

УДК 524.57+524.54

Структура области звездообразования W3/W4.

IV. Межзвездное поглощение и пространственное распределение пылевых облаков в области эмиссионной туманности IC 1805

Л. П. Колесник

Каталог BV-величин и спектральных классов O — B — A звезд в области вокруг рассеянного звездного скопления IC 1805 использован для исследования межзвездного поглощения и пространственного распределения пылевых облаков в направлении на эмиссионную туманность IC 1805, являющуюся частью области звездообразования W3/W4. Получены следующие результаты: область H II IC 1805 находится на расстоянии $r=2.23\pm 0.16$ кпк, на внутренней стороне спиральной ветви Персея, ее расстояние от галактической плоскости составляет $z=+36$ пк, размер туманности: 55 пк с севера на юг и 40 пк с востока на запад. Туманность практически свободна от пылевого вещества, а избыток цвета звезд скопления IC 1805, вызывающих свечение туманности, обусловлен поглощением в пылевых облаках переднего фона ($A_V=2.46^m$), принадлежащих Местной спиральной ветви. На восточной границе туманности видны компактные пылевые образования в форме «наконечников стрел» размерами примерно 0.3×0.7 пк, свидетельствующие о продолжающемся процессе звездообразования в этой области.

STRUCTURE OF THE W3/W4 STAR FORMATION REGION. IV. INTERSTELLAR ABSORPTION AND SPACE DISTRIBUTION OF DUST CLOUDS IN THE DIRECTION OF THE H II REGION OF IC 1805, by Kolesnik L. N.— The interstellar extinction and the distribution of dust clouds along the line of sight in the direction of the emission nebula IC 1805 (W4) was studied by means of colour excesses of stars. The extinction curve is based on spectral types and BV-photometry of 80 stars. The variation of average visual extinction A_V with distance from the Sun r is given. The emission nebula IC 1805 is located at the distance $r=2.23\pm 0.16$ kpc on the inner side of the Perseus spiral arm, the distance from the galactic plane is $z=+36$ pc. The dimensions of the nebula are $\sim 55 \times 40$ pc. At the distance of the open star cluster IC 1805 (the source of excitation of the H II region) we find the value of $A_V=2.46^m$. It is seen from the absorption curve that most of the extinction is caused by dust concentrated in the foreground dust clouds ($r \leq 0.8$ kpc, Local spiral arm). Therefore the emission nebula IC 1805 is almost free of the associated dust matter: the ionizing OB-stars have created a cavity near the edge of the dusty molecular cloud. The compact distinct condensations of dust in a form of «arrow-heads» measuring $\sim 0.3 \times 0.7$ pc are seen at the eastern edge of the emission nebula, they are probably the birthplaces of stars.

Введение. Эмиссионная туманность IC 1805 ($\alpha_{1950}=2^h28.9^m$, $\delta_{1950}=+61^\circ 14'$; $l=134.7^\circ$, $b=+0.92^\circ$), наблюдавшаяся также в радиодиапазоне [28, 29], представляет собой часть комплекса молекулярных облаков и областей H I и H II W3/W4, описанного в [5, 9]. С запада ее окаймляет молекулярное облако CO [18] и облако H I, вытянутое вдоль галактической плоскости примерно на 150 пк [11]. Источник ионизации туманности — находящееся в ее центре рассеянное звездное скопление IC 1805, которое входит в OB ассоциацию Cas OB 6 (Ass 43) [6] и является одной из наибольших группировок молодых звезд высоких светимостей. В нем содержится не менее восьми звезд спектрального класса O, в том числе звезды O5f Ia: и O5 V [12, 14]. Возраст скопления оценивают от $3 \cdot 10^6$ [9] до $6 \cdot 10^6$ лет [18, 24]. Согласно [14], это также и время расширения оболочки туманности. Средний избыток цвета звезд скопления по данным многих исследователей — около 0.8^m .

В литературе нередко можно встретить утверждение, что обнаруженное в направлении на какой-либо интересный объект (звездное скопление, эмиссионную туманность, область звездообразования) межзвездное поглощение вызвано пылевым веществом, связанным с этим объектом. Как правило, это объясняется тем, что в большинстве случаев исследователю известен только избыток цвета E_B-V и не известна зависимость величины межзвездного поглощения A_V от расстояния r . Например, в [27] на основании известного избытка цвета утверждается, что «скопление IC 1805 погружено в облако, вызывающее высокое поглощение и покраснение». Между тем обнаруженный избыток цвета может быть вызван как пылевым веществом, связанным со

скоплением и эмиссионной туманностью IC 1805, так и межзвездными пылевыми облаками переднего фона, тем более, что скопление находится вблизи плоскости галактического экватора и, как будет показано далее, на значительном расстоянии от Солнца.

Суммарная величина межзвездного поглощения в направлении на эмиссионную туманность IC 1805 исследована в [15] путем сравнения потоков в H_{α} , полученных фотографическим методом, с потоком в радиоконтинууме. В [10] с помощью фотоэлектрического метода регистрации исследовано межзвездное поглощение в области

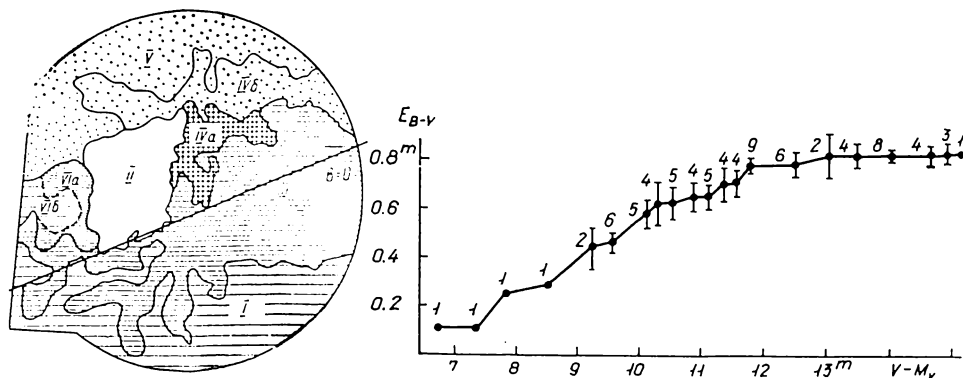


Рис. 1. Величины межзвездного поглощения A_V для восьми участков площадки в области вокруг эмиссионной туманности IC 1805, показанные разной штриховкой в соответствии с данными [5, табл. 1]

Рис. 2. Зависимость избытков цвета 80 звезд от видимых модулей расстояний для области H II IC 1805. На кривой показаны ошибки определения избытков цвета звезд σ_E и количества звезд, по которым построены средние точки

эмиссионных туманностей W3/W4 путем сопоставления абсолютной яркости в H_{α} с соответствующей тепловой радиоэмиссией (10.5 ГГц) с большим угловым разрешением ($8.9'$) и более узким интерференционным фильтром (полуширина 0.9 нм), чем в [15]. Примененный в [10] метод позволяет определить суммарную величину межзвездного поглощения вдоль луча зрения от наблюдателя до области H II, а также очень детально исследовать распределение пылевого вещества в картинной плоскости (составить контурную карту распределения A_V). Однако, как указывают сами авторы, этот метод не позволяет отделить пылевое вещество, связанное с эмиссионной туманностью, от пылевых облаков переднего фона.

Исследуя распределение межзвездного вещества в области Кассиопеи — Персея, Сато [21] высказал предположение, что пылевые облака могут быть расположены в пространстве между IC 1805 и наблюдателем. Однако ни в одной из работ не были выделены пылевые облака переднего фона и не была определена величина поглощения света в них.

Вопрос о наличии пылевого вещества в областях H II обсуждается давно [19, 23]. Поскольку взаимодействие излучения молодых звезд с окружающей межзвездной средой оказывает решающее влияние на структуру областей звездообразования, которая в свою очередь играет большую роль в выяснении эволюционного состояния крупных газовой-пылевых комплексов, то вопрос о связи пылевых облаков с эмиссионной туманностью IC 1805 требует особо тщательного изучения.

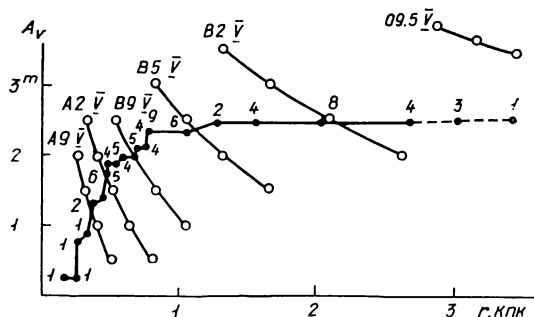
Цель настоящей работы — исследование межзвездного поглощения и пространственного распределения облаков поглощающего вещества вдоль луча зрения в направлении на эмиссионную туманность IC 1805 (рис. 1, область II) для выделения пылевых облаков переднего фона и решения вопроса о наличии пылевого вещества в области H II.

Межзвездное поглощение в направлении на эмиссионную туманность IC 1805. Межзвездное поглощение исследовано методом избытков цвета с использованием каталога BV-величин и спектральных классов 1150 O—B—A звезд в круглой площадке размером около 18 квадратных градусов вокруг областей H II IC 1795/IC 1805 (W3/W4) [1, 4]. Методика обработки наблюдательного материала и исследования поглощения детально описана в [5]. Принято $R = A_V / E_{B-V} = 3$ и калибровка абсолютных величин и нормальных цветов звезд [22].

Кривая зависимости избытков цвета звезд E_{B-V} от их видимых модулей расстояний ($V-M_V$), построенная по 80 звездам для области эмиссионной туманности IC 1805, представлена на рис. 2. На кривой показаны также ошибки определения избытков цвета σ_E и количества звезд n , по которым построены средние точки. Используются только звезды с уверенными спектральными и фотометрическими определениями. Зависимость величины межзвездного поглощения A_V от расстояния от Солнца r в направлении на W4 представлена на рис. 3, на котором нанесены также расстояния полного охвата звезд различных спектральных классов, свидетельствующие об отсутствии влияния эффекта селекции на кривую межзвездного поглощения.

Средний избыток цвета 13 звезд — уверенных членов скопления IC 1805 — составляет 0.81 ± 0.02^m , средний модуль расстояния $(V-M_V)_0 = 11.74 \pm 0.16^m$.

Рис. 3. Зависимость величины межзвездного поглощения A_V от расстояния от Солнца r для области H II IC 1805



Это соответствует расстоянию от Солнца $r = 2.23 \pm 0.16$ кпк и от галактической плоскости $z = +36$ пк. Исследованию звездного скопления IC 1805 посвящено много работ, в которых получены значения среднего избытка цвета E_{B-V} и расстояния r входящих в него звезд (таблица). Приведенные в таблице результаты отлично совпадают между собой. Таким образом, средний избыток цвета и расстояние скопления IC 1805, являющегося источником ионизации эмиссионной туманности, сомнений не вызывают.

Избытки цвета E_{B-V} и расстояния от Солнца r звезд рассеянного звездного скопления IC 1805

E_{B-V}	r , кпк	Литературный источник
0.82^m	2.10	[16]
$0.80 \div 0.82$	1.91	[13]
0.87	1.90	[14]
0.85	2.40	[7]
0.81	2.19	[20]
0.81 ± 0.02	2.23 ± 0.16	Настоящая работа

Кривая межзвездного поглощения $A_V(r)$, построенная не только по звездам скопления, а по всем звездам, находящимся в пределах эмиссионной туманности IC 1805 (рис. 3), свидетельствует о том, что на расстояниях скопления и эмиссионной туманности ($r \approx 2$ кпк) межзвездное поглощение $A_V = 2.46^m$. Это отлично согласуется с данными таблицы и результатом [10]. На контурной карте для области IC 1805, приведенной на рис. 6 в [10], полное поглощение света A_V на луче зрения от наблюдателя до туманности составляет от 2 до 3^m .

Результаты. Зависимость $A_V(r)$, представленная на рис. 3, позволяет ответить на вопрос, связано ли обнаруженное пылевое вещество с эмиссионной туманностью. Анализ кривой поглощения показывает, что пылевые облака сосредоточены на расстоянии $r \leq 0.8$ кпк, где $A_V = 2.35^m$. Далее поглощение увеличивается незначительно, достигает 2.46^m на расстоянии $r = 1.3$ кпк и больше не увеличивается. На больших расстояниях пространство свободно от пыли, по крайней мере, до расстояния $r \approx 2$ кпк. Отсюда следует вывод, что избыток цвета $E_{B-V} = 0.81^m$ вызван пылевым веществом, сосредоточенным в облаках переднего фона, принадлежащих Местной спиральной ветви и не имеющих никакого отношения к эмиссионной туманности и звездному скоплению IC 1805, которые находятся на расстоянии 2.2 кпк от Солнца на внутренней стороне спиральной ветви Персея.

Сравнение кривой межзвездного поглощения для области Н II IC 1805 с кривыми $A_V(r)$ для окружающих ее участков [3, 5] показывает, что эмиссионная туманность представляет собой полость, практически свободную от пылевого вещества (рис. 1). Возбуждающие звезды скопления IC 1805 образовали вокруг себя расширяющуюся оболочку ионизованного газа, окруженную пылевыми облаками со всех сторон, кроме севера и северо-востока [3, рис. 1]. Этот результат является независимым наблюдательным подтверждением полученного в некоторых работах вывода о почти полном отсутствии пыли в ряде областей Н II, основанного на комбинационных линиях водорода и гелия [19, 23].

Необходимо отметить, что подобный результат получен нами также для области Н II IC 1795 (W3), восточная и южная (диффузные) части которой также оказались свободными от пылевого вещества [2, 17].

Большой интерес представляет сопоставление полученного результата об отсутствии пыли в области Н II IC 1805 с данными о распределении в области ассоциации Cas OB 6 облаков нейтрального водорода [9, 11]. В [9] показано распределение Н I, молекулярное облако согласно [18], рассеянное звездное скопление IC 1805, а также положение остатка вспышки Сверхновой HB3. Видно, что на месте расположения области Н II в нейтральном газе образовалась полость с расширяющейся оболочкой ($V_{\text{exp}} = 15$ км/с), внутри которой нейтральный водород отсутствует. Согласно данным настоящей работы в этой же полости отсутствует и пылевое вещество. Вероятно, звезды высокой светимости скопления IC 1805, в том числе восемь звезд спектрального класса O, своим излучением «вымели» оставшиеся после звездообразования пыль и газ из окружающего пространства. Обнаруженная полость обращена отверстием на север. Расширяющаяся оболочка туманности IC 1805, находящейся на краю области звездообразования W3/W4, прорвала газово-пылевое облако и продолжает распространяться на север, в область с низкой газовой плотностью. В результате на краю комплекса образовался поток «шампанского» [25, 26] с истечением вещества на север [8]. По нашим данным, наиболее свободно от пылевого вещества северо-восточное направление [2, 3]; кстати, именно в этом направлении вытянут эмиссионный «рог» туманности IC 1805.

Согласно данным работ [3, 5], в которых исследовано межзвездное поглощение в площадке размером 18 квадратных градусов вокруг IC 1805, наиболее плотные пылевые облака непосредственно примыкают к области Н II с запада и востока. Это хорошо видно на рис. 1, на котором разной штриховкой показаны величины межзвездного поглощения в области вокруг эмиссионной туманности IC 1805 [5, табл. 1]. Такое расположение плотных пылевых облаков, возможно, объясняет вытянутую с юга на север форму эмиссионной туманности. Размер ее при расстоянии $r = 2.2$ кпк составляет с юга на север примерно 55 пк, с востока на запад около 40 пк.

Метод сканирования в H_α позволил в [10] обнаружить внутри этих облаков небольшие плотные конденсации пыли, окаймляющие W4 со всех сторон, кроме севера и северо-востока. Размер этих конденсаций в пределах контура $A_V = 6^m$ [10, рис. 6] составляет примерно 10×7 пк.

Вероятно, в результате взаимодействия пылевого облака, окаймляющего область Н II IC 1805 с востока, с распространяющимся фронтом ионизации в средней части образовался «выступ». Здесь на фоне эмиссии видны характерные плотные структуры, имеющие форму «наконечников стрел», направленных к центру туманности, и возникшие, скорее всего, в результате контакта пылевого фронта со средой с более высоким давлением. Размеры этих глобул порядка 0.3×0.7 пк. В центре туманности, непосредственно вокруг скопления IC 1805 заметен ионизованный газ, на фоне которого в южном направлении отчетливо выделяется плотное образование кометарной формы, направленное острием в сторону скопления. Размеры глобулы примерно 0.7×1.0 кпк. Наличие этих глобул свидетельствует о продолжающемся процессе звездообразования на восточной границе W4.

Необходимо отметить, что судить о распределении пылевого вещества на столь больших от Солнца расстояниях позволило то обстоятельство, что в исследованной площадке находится одна из богатейших в Галактике ассоциаций звезд высоких светимостей Cas OB 6 [6].

Выводы. На основании исследования межзвездного поглощения и пространственного распределения пылевых облаков в направлении на эмиссионную туманность

IC 1805 (W4), представляющую собой протяженную проэволюционировавшую область H II, расположенную непосредственно над плоскостью галактического экватора, сделаны следующие выводы: 1. Эмиссионная туманность и рассеянное звездное скопление IC 1805 расположены на расстоянии $r=2.23\pm 0.16$ кпк на внутренней стороне спиральной ветви Персея; 2. Размер туманности — 40×55 пк, причем больший диаметр перпендикулярен галактической плоскости, расстояние скопления IC 1805 от галактической плоскости составляет $z=+36$ пк; 3. Суммарное поглощение на всем луче зрения от Солнца до туманности составляет $A_V=2.46^m$. Поглощение света в пылевых облаках переднего фона ($r\leq 1.3$ кпк) также равно 2.46^m . Таким образом, область H II IC 1805 практически свободна от пылевого вещества, но со всех сторон, кроме севера и особенно северо-востока, окружена пылевыми облаками; 4. Компактные пылевые образования в форме «наконечников стрел», видимые на фоне эмиссии в восточной части туманности размерами порядка 0.3×0.7 пк, свидетельствуют о продолжающемся процессе звездообразования вокруг области H II IC 1805.

1. Ворошилов В. И., Гусева Н. Г., Қаландадзе Н. Б. и др. Каталог BV-величин и спектральных классов 6000 звезд.— Киев: Наук. думка, 1985.—138 с.
2. Колесник Л. Н. Структура области звездообразования W3/W4. III. Межзвездное поглощение и пространственное распределение пылевых облаков в области эмиссионной туманности IC 1795 // Кинематика и физика небес. тел.—1987.—3, № 6.—С. 62—67.
3. Колесник Л. Н., Метревели М. Д. Пространственное распределение пылевого вещества в направлении на область звездообразования W3/W4.— Киев, 1983.—38 с.—(Препринт / АН УССР. Ин-т теорет. физики; ИТФ-83-92Р).
4. Колесник Л. Н., Метревели М. Д. Структура области звездообразования W3/W4. I. Исследование каталога BV-величин и спектральных классов 1150 звезд // Астрометрия и астрофизика.—1984.— Вып. 51.—С. 3—7.
5. Колесник Л. Н., Метревели М. Д. Структура области звездообразования W3/W4. II. Исследование межзвездного поглощения // Кинематика и физика небес. тел.—1985.—1, № 3.—С. 53—63.
6. Alter G., Ruprecht J., Vanýsek V. Catalogue of star clusters and associations.— Budapest: Akad. Kiadó, 1970.—3086 p.
7. Becker W., Fenkart R. A catalogue of galactic star clusters observed in three colours // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.—1971.—4, N 3.—P. 241—252.
8. Bodenheimer P., Tenorio-Tagle G., Yorke H. W. The gas dynamics of H II regions. II. Two-dimensional axisymmetric calculations // Astrophys. J.—1979.—233, N 1.—P. 85—96.
9. Braunsfurth E. Neutral hydrogen in the Cas OB 6 association // Astron. and Astrophys.—1983.—117, N 2.—P. 297—304.
10. Goudis C., White N. J. Heavy obscuration in the direction of W3/W4/W5 // Ibid.—1980.—83, N 1/2.—P. 79—85.
11. Hasegawa T., Sato F., Fukui Y. A fragmentary H I cloud near W3 and W4 // Astron. J.—1983.—88, N 5.—P. 658—665.
12. Hiltner W. A. Photometric, polarization and spectrographic observations of O and B stars // Astrophys. J. Suppl. Ser.—1956.—2, N 24.—P. 389—462.
13. Hoag A. A., Applequist N. Z. Distance moduli of open clusters // Ibid.—1965.—12, N 107.—P. 215—237.
14. Ishida K. Spectrographic observations of IC 1805 // Publ. Astron. Soc. Jap.—1970.—22, N 3.—P. 277—284.
15. Ishida K., Kawajiri N. Absolute isophotometry of galactic H II regions in H α light // Ibid.—1968.—20, N 2.—P. 95—121.
16. Johnson H. L., Hoag A. A., Iriarte B. et al. Galactic clusters as indicators of stellar evolution and galactic structure // Lowell Observ. Bull.—1961.—5, N 133.—P. 133—148.
17. Kolesnik L. N. Dust matter in the W3 molecular cloud complex // Astron. and Astrophys.—1986.—169, N 1/2.—P. 268—270.
18. Lada C. J., Elmegreen B. G., Cong H.-J., Thaddeus P. Molecular clouds in the vicinity of W3, W4 and W5 // Astrophys. J.—1978.—226, N 1.—P. L39—L42.
19. Mezger P. G., Smith L. F., Churchwell E. IR-excess radiation and the absorption characteristics of dust in galactic H II regions // Astron. and Astrophys.—1974.—32, N 3.—P. 269—282.
20. Moffat A. F. J. Photometry of 11 young open star clusters // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.—1972.—7, N 3.—P. 355—383.
21. Sato F. A study of interstellar matter in the Cassiopeia — Perseus region. II. Structure of interstellar neutral hydrogen gas in the Perseus arm // Ann. Tokyo Astron. Observ.—1970.—12, N 1.—P. 1—33.
22. Schmidt-Kaler Th. Zustandsgrößen und Zustandsdiagramme der Sterne // Landolt — Börnstein. Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwissenschaften und Technik.— Berlin etc.: Springer, 1965.—Bd 1.—S. 284—315.

23. *Schraml J., Mezger P. G.* Galactic H II regions. VI. 1.95 cm observations with high angular resolution and high positional accuracy // *Astrophys. J.*—1969.—156, N 1.— P. 269—302.
24. *Stoithers R.* Fundamental data for massive stars compared with theoretical models // *Ibid.*—1972.—175, N 2.— P. 431—452.
25. *Tenorio-Tagle G.* The gas dynamics of H II regions. I. The champagne model // *Astron. and Astrophys.*—1979.—71, N 1/2.— P. 59—65.
26. *Tenorio-Tagle G., Bedijn P. J.* The effects of the coronal gas on the champagne phase // *Ibid.*—1982.—115, N 1.— P. 207—208.
27. *Vasilevskis S., Sanders W. L., van Altena W. F.* Membership of the open cluster IC 1805 // *Astron. J.*—1965.—70, N 10.— P. 806—816.
28. *Wendker H. J., Altenhoff W. J.* A 2695 MHz map of the IC 1795/1805/1848 region // *Astron. and Astrophys.*—1977.—54, N 1.— P. 301—303.
29. *Westerhout G.* A survey of the continuum radiation from the galactic system at a frequency of 1390 Mc/s // *Bull. Astron. Inst. Neth.*—1958.—14, N 488.— P. 215—260.

Глав. астрон. обсерватория АН УССР,
Киев

Поступила в редакцию 05.08.87,
после доработки 05.01.88

РЕФЕРАТЫ ДЕПОНИРОВАННЫХ РУКОПИСЕЙ

УДК 523.44—323

ПОЛОЖЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ИЗБРАННЫХ МАЛЫХ ПЛАНЕТ В 1983—1986 ГГ. / Калтыгина С. В., Майор С. П., Серeda Е. М.

(Рукопись деп. в ВИНТИ; № 2776-В88)

Представлены результаты обработки фотографических наблюдений 13 избранных малых планет, полученные с помощью астрографа 40/550 в ГАО АН УССР. Как правило, на одной фотопластинке делались три экспозиции, каждая обрабатывалась отдельно, а затем моменты наблюдений и полученные координаты малой планеты усреднялись по каждой пластинке. Астронегативы измерялись на координатометре «Аскоркорд» в двух положениях (0 и 180°). Экваториальные координаты вычислены на ЭВМ ЕС-1022 с использованием метода шести постоянных. Полученные положения малых планет сравнивались с эфемеридными из «Ежедневных эфемерид избранных малых планет» ИТА АН СССР.

УДК 523.44—323

ПОЛОЖЕНИЯ ИЗБРАННЫХ МАЛЫХ ПЛАНЕТ В 1978—1979 ГГ. ПО НАБЛЮДЕНИЯМ, ВЫПОЛНЕННЫМ В ГАО АН УССР С ПОМОЩЬЮ ДВОЙНОГО АСТРОГРАФА 400/2000 / Головня В. В., Майор С. П., Мороз Г. В., Серeda Е. М.

(Рукопись деп. в ВИНТИ; № 4712-В88)

Приведены 38 точных положений шести избранных малых планет и результаты сравнения их с эфемеридами, публикуемыми ИТА АН СССР. Координаты опорных звезд взяты из каталогов SAO и AGK3. Случайная ошибка одного наведения на изображение опорной звезды или малой планеты составляет 1—2 мкм. В таблицах даны моменты наблюдений по всемирному времени, топоцентрические экваториальные координаты, разности (O—C), каталожные сведения об опорных звездах и их средние зависимости.